

## Araştırma Makalesi / Research Article

**6 Şubat 2023 Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw:7.6) Depremlerinin GNSS Gözlemlerine Bağlı Öncül Sonuçları**

Eda Esmâ EYÜBAGİL<sup>1</sup>, Şeyma ŞAFAK YAŞAR<sup>2</sup>, Ece Bengünaz ÇAKANŞİMŞEK<sup>1</sup>, Hüseyin DUMAN<sup>3</sup>, Halil İbrahim SOLAK<sup>2,4</sup>, Ali ÖZKAN<sup>5</sup>, Cemil GEZGİN<sup>6</sup>, Hasan Hakan YAVAŞOĞLU<sup>7</sup>, İbrahim TİRYAKİOĞLU<sup>1,4\*</sup>, Fatih POYRAZ<sup>3</sup>, Bahadır AKTUĞ<sup>8</sup>, Cemal Özer YİĞİT<sup>9</sup>, Çağlar ÖZKAYMAK<sup>10,4</sup>, Haluk ÖZENER<sup>11</sup>

<sup>1</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

<sup>2</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Uzaktan Eğitim Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Afyonkarahisar.

<sup>3</sup> Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Sivas.

<sup>4</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi Deprem Uygulama ve Araştırma Merkezi, Afyonkarahisar

<sup>5</sup> Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Osmaniye.

<sup>6</sup> Aksaray Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Aksaray.

<sup>7</sup> İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

<sup>8</sup> Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ankara.

<sup>9</sup> Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Gebze/Kocaeli.

<sup>10</sup> Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Afyonkarahisar.

<sup>11</sup> Bağcıziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Araştırma Enstitüsü, Çengelköy/İstanbul.

edaeyubagil@gmail.com.

ssafak@aku.edu.tr

ece-bengunaz.cakansimsek@usr.aku.edu.tr

hduman@cumhuriyet.edu.tr.

hisolak@aku.edu.tr.

aliozkan@osmaniye.edu.tr

cemilgezgin@aksaray.edu.tr

yavasoglu@itu.edu.tr

Sorumlu yazar e-posta\*: itiryakioglu@gmail.com

fpoyraz@cumhuriyet.edu.tr

aktug@ankara.edu.tr

cyigit@gtu.edu.tr

caglarozkaymak@aku.edu.tr

ozener@boun.edu.tr

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-4790-0543>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7616-5915>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9926-0264>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7340-7800>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-5286-0369>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-6315-7011>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5951-0107>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3139-4327>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4954-7109>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9471-7261>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7995-4477>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-1942-7667>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0377-1324>

ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2531-3030>

Geliş Tarihi: 15.02.2023

Kabul Tarihi: 25.02.2023

**Öz**

Bu çalışmada 6 Şubat 2023 tarihinde sırasıyla yerel saat ile 04:17 ve 13:24'te artarda meydana gelen Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw:7.6) depremlerinin öncül jeodezik sonuçları verilmiştir. Öncül jeodezik sonuçları elde etmek için deprem odak merkezleri etrafındaki ve etkili olduğu alandaki TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait GNSS alıcılarından 30 sn (0,033 Hz) ve 1 sn'lik (1 Hz) GNSS gözlemleri kullanılmıştır. Deprem kaynaklı kosismik yer değiştirmeleri belirlemek için bağıl statik çözümler GAMIT/GLOBK yazılım takımında 30 sn'lik RINEX verileri kullanılarak yapılmıştır. Statik çözümlerde değerlendirmeye alınan istasyonlarda Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depreminde doğu bileşende atımın 1.1-23.4 cm, kuzey bileşende 1.1-30.9 cm aralığında değiştiği görülmüştür. Ekinözü Kahramanmaraş depreminde ise atım miktarı doğu bileşende 1.2-440.4 cm, kuzey bileşende 1.4-69.6 cm aralığında değişmiştir. Kinematik çözümler ise PPP yöntemiyle CSRS-PPP ve PRIDE PPP-AR yazılımları ile 1 sn'lik RINEX verileri kullanılarak elde edilmiştir. Her iki yazılımda seçilen istasyonlardaki deprem anı yer değiştirmeler (deplasman) ve ardışık epok farkları (hız) hesaplanmıştır. Seçilen tüm istasyonlarda hızlar Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depreminde doğu bileşen için 3-12.5 cm/sn, kuzey bileşen için 3.8 - 37.7 cm/sn aralığında; Ekinözü Kahramanmaraş depreminde ise doğu bileşende 3.7-20.5 cm/sn, kuzey bileşende 4.1-20.1 cm/sn tespit edilmiştir. Öncül sonuçların elde edilmesinden sonra bölgenin daha

**Anahtar kelimeler**

GNSS; PPP-AR;

GAMIT/GLOBK;

Kosismik deplasman;

Sofalaca Gaziantep

depremi; Ekinözü

Kahramanmaraş

depremi.

yakından takibi ve yeni noktalarda atımların tespiti için yeni bir GNSS ağı kurulmuştur. Kurulan yeni ağda TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı çağrısı kapsamında arazi çalışmalarına başlanmıştır.

## Preliminary Results of the Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) and Ekinözü Kahramanmaraş (Mw:7.6) Earthquakes Based on GNSS Observations on February 6, 2023

### Abstract

In this study, the earthquakes which took place on 6 February 2023, respectively at local time 04:17 and 13:24 preliminary geodetic results are given that occurred of Sofalaca-Şehitkamil (Gaziantep) (Mw:7.7) and of Ekinözü (Kahramanmaraş) (Mw: 7.6). In order to obtain preliminary geodetic results the GNSS observations were used at 30 s (0.033 Hz) and 1 s (1 Hz) intervals from the GNSS receivers in the network of Continuously Operating Reference Stations, Turkey (CORS-TR). Relative static solutions to determine earthquake-induced coseismic displacements were performed using 30-second RINEX data in the GAMIT/GLOBK software. In the GNSS stations evaluated in the static solutions, it was observed that the coseismic displacement in the Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep earthquake varied between 1.1 - 23.4 cm in the eastern component and 1.1 - 30.9 cm and northern component. In the Ekinözü Kahramanmaraş earthquake, the amount of coseismic displacement varied between 1.2 - 440.4 cm in the eastern component and 1.4-69.6 cm in the northern component. Kinematic solutions were obtained by PPP method using CSRS-PPP and PRIDE PPP-AR software and 1 second RINEX data. In both software, earthquake displacements and consecutive epoch differences (velocity) at selected stations were calculated. During the Sofalaca Şehitkamil-Gaziantep earthquake velocities for all selected stations were detected approximately between 3.0-12.5 cm/s for the eastern component and 3.8 - 37.7 cm/sn for the northern component; during the Ekinözü Kahramanmaraş earthquake were detected approximately between 3.7-20.5 cm/sn for the eastern component and 4.1-20.1 cm/sn for the northern component. After the preliminary results were obtained, a new GNSS network was established to observation the region more closely and to detect displacement at new GNSS points. In study area has started new GNSS observations within the scope of TÜBİTAK 1002-C Natural Disasters Focused Field Study Emergency Support Program call in the new network established.

### Keywords

GNSS; PPP-AR;  
GAMIT/GLOBK;  
Coseismic  
displacement; Sofalaca  
Gaziantep earthquake;  
Ekinözü  
Kahramanmaraş  
earthquake.

### 1. Giriş

Anadolu ve çevresinin kinematiği tektonik çeşitlilik nedeniyle birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. Anadolu ve yakın çevresinde, dalma batma zonları, normal faylar, doğrultu atımlı ve bindirme/ters fayları ve bunlarla ilişkili sıkışmalı ve genişlemeli tektonizmanın etkili olduğu alanlar bulunmaktadır (Barka and Kadinsky-Cade 1988, Sengor vd. 1985). Bu sebeple çok sayıda aktif fay zonlarına sahip olan Türkiye ve yakın çevresi; aktif tektonik ve sismoloji konulu çalışmalar için dünyanın en iyi bölgelerinden birisidir. Anadolu plakasının batıya doğru ortalama 21 mm/yıl hızla hareketinin karşılandığı iki eşlenik ana neotektonik yapıdan birisi sağ yönlü doğrultu atımlı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) diğeri ise sol yönlü doğrultu atımlı Doğu Anadolu Fay Zonu (DAFZ)'dur (Mckenzie 1970, Arpat ve Saroglu 1972, Sengor vd. 1985, Emre vd. 2018, Duman vd. 2018). DAFZ, kuzeydoğuda Karlıova, güneybatıda ise

Antakya arasında KD-GB doğrultusu boyunca yaklaşık 600 km uzunluğa sahip olan Türkiye'nin en önemli deprem kaynaklarından birisidir (McKenzie 1970, Arpat ve Saroglu 1972, Westaway 1994). Bu fay zonu, Arap ve Anadolu plakalarının yapısal sınırını temsil eder ve çok sayıda fay segmentinden oluşur (Emre vd. 2018, Duman vd. 2018). Doğu Anadolu Fay Zonu'nun kuzeydoğu Akdeniz Bölgesi'nin karmaşık tektonik yapısı içinde yer alan Karasu segmenti ile Toprakkale, Karataş ve Yumurtalık Fayları sismisite açısından bölgenin önemli fay segmentlerini oluşturmaktadır (Emre vd. 2018, Yıldız vd. 2020). Ayrıca bu faylar Türkiye diri fay haritasında diri fay olarak gösterilmektedir (Emre vd. 2018). DAFZ, güneyde Afrika ile Arap Plakaları arasındaki sınırı oluşturan sol yönlü doğrultu atımlı Ölü Deniz Fay Zonu (ÖDFZ) ile birleşme eğilimi göstermektedir. DAFZ'nun aletsel dönem boyunca nispeten sessiz olmasına karşın tarihsel süreç içinde yıkıcı depremler üretilmişliği

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

bilinmektedir (örn. Ergin vd. 1967, Karabacak vd. 2007). Ayrıca Anadolu levhasının da kinematikiğini anlamak için Doğu Anadolu Fay Zonu'nun daha yakından incelenmesi gerektiği belirtilmektedir (Aktug vd. 2016). Bu diri fayların kinematikiğini araştırmak için yapılan jeodezik çalışmaların yetersiz olması, bu fayların yapısının anlaşılmasını ve deprem tehlike analizlerinin yapılmasını oldukça zorlaştırmaktadır (Aktug vd. 2016, Mahmoud vd. 2012, Nocquet 2012, Meghraoui vd. 2011, Reilinger vd. 2006).

Son yıllarda teknolojiye bağlı olarak levhaların hareketlerinin izlenmesi amacıyla kullanılan jeodezik teknikler önem kazanmıştır. Bu noktada gelişen GNSS teknolojisi, diri fayların izlenmesinde kullanılan en uygun tekniklerden biri haline gelmiştir. GNSS tekniği sayesinde deprem öncesi, deprem anı ve deprem sonrası fay boyunca meydana gelen yer değiştirmeler üzerine yüksek doğrulukta ve oldukça hassas sonuçlar elde edilebilmektedir. GNSS verileri sağladıkları yüksek duyarlık, yüzey örtüsünden bağımsız çalışması, üç boyutlu yüksek duyarlık sağlaması ile benzer yöntemlerden ayrılmaktadır. InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar) yüksek mekânsal çözünürlük sağlamakla birlikte çalışma yapılan alanın özellikleri ve zemin örtüsüne bağlı olarak zaman zaman koherans sağlanamamaktadır. Farklı nedenler (deniz için depremler, yüzey örtüsü vb.) ile enterferogramda kesiklik bulunması halinde yeterli duyarlıkta faz açma işlemi yapılamayabilmektedir. Diğer yandan kosmik jeolojik gözlemler ancak yüzey faylanması oluşması durumunda yapılabilmekte, yerel faktörlere bağlı olarak yüzeyde ölçülen atımlar büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Bu durumda GNSS ölçüleri her durumda belirli duyarlıkta sonuç veren güvenilir bir gözlem sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle deprem sonrası dönemde yer değiştirme miktarlarının da hızlı bir şekilde belirlenmesinde GNSS verileri kullanılarak yapılan statik ve kinematik değerlendirmeler önemli bir yere sahiptir ve birçok çalışmada kullanılmıştır (Yavasoglu vd. 2011, Tiryakioğlu vd. 2017, Tiryakioğlu vd. 2017a, Tiryakioğlu vd. 2017b, Tiryakioğlu vd. 2017c, Tiryakioğlu vd.2019, Yıldız vd. 2020, Aktug vd. 2021,

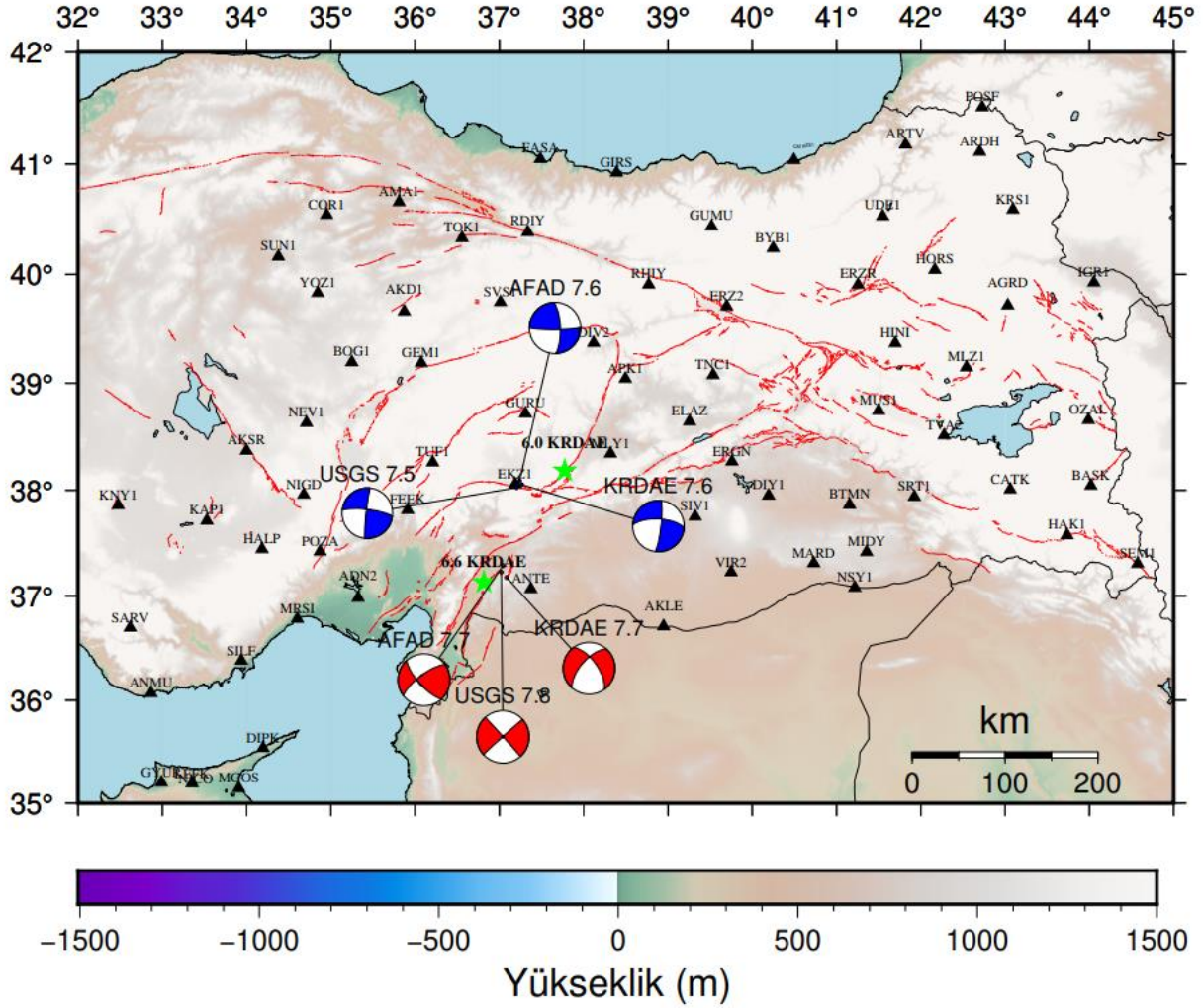
Doğan vd. 2021, Yigit vd. 2021, Yigit vd. 2022, Bezcioglu vd. 2023).

Aktug vd. (2016), güneyde ÖDFZ'ndan DAFZ'nun kuzeyine kadar olan bölgeyi kapsayan bir GNSS veri seti ile bölgeyi analiz etmiştir. Analizler sonucunda DAFZ'nda yatay bileşende hareketlerin; Türkoğlu'nun kuzeyinde ~10 mm/yıl, güneyinde ise ~4,5 mm/yıl olduğu ölçülmüştür. Ölüdeniz Fay Zonu'nun kuzeyinde ise ~4,2 mm/yıl olarak elde edilmiştir. Sonuçlar ayrıca DAFZ'nda iki sismik boşluğun Palu-Sincik ve Çelikhan-Türkoğlu segmentlerinde bulunduğunu ve sırasıyla Mw:7.4 ile Mw:7.7 büyüklüğünde depremler üretme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Adana, Osmaniye, Hatay ve Gaziantep illeri yakınlarındaki üçlü fay bağlantı noktasının kinematikiğinin araştırılması için Yıldız vd. (2020)'de jeodezik yöntemlerden biri olan yarı uzay modellemesi kullanmıştır. Bölge sabit istasyonlar ve kampanya tipindeki noktalar ile bir GPS ağı oluşturularak izlenmiştir. Diri faylar boyunca gerinimler ve fay kinematikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki bölgede önemli ve büyük depremlerin olma olasılığı fazladır.

6 Şubat 2023 tarihinde Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep dışmerkezli yerel saat ile 04:17'de oldukça şiddetli bir deprem meydana gelmiştir. Depremin moment büyüklüğü (Mw), Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) ve T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından 7.7 ve Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Dairesi (USGS) tarafından 7.8 olarak açıklanmıştır (Şekil 1). Bu depremin odak derinliği ise 5 km (KRDAE), 8.6 km (AFAD), 10 km (USGS) olarak verilmiştir (Int Kyn. 1, Int Kyn 2, Int Kyn 3). Farklı kurumlara ait odak derinlikleri göz önünde bulundurulduğunda depremin sığ bir deprem olduğu görülmektedir. Meydana gelen deprem Türkiye'nin Doğu Anadolu Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi'nde yer alan 10 ilde şiddetli şekilde hissedilmiştir. Bölgede; 6 Şubat 2023 tarihinde dışmerkezi Ekinözü Kahramanmaraş olan yerel saat ile 13:24'de oldukça şiddetli bir deprem daha

meydana gelmiştir. Depremin moment büyüklüğü KRDAE tarafından Mw: 7.5, AFAD tarafından 7.6, USGS tarafından ise 7.5 olarak verilmiştir (Şekil 1). Bu depremin odak derinliği ise 5 km (KRDAE), 7 km (AFAD), 10 km (USGS) olarak açıklanmıştır (Int Kyn. 2, Int Kyn. 3, Int Kyn. 4). Ekinözü (Kahramanmaraş) depreminin, meydana gelen Sofalaca-Şehitkamil (Gaziantep) depreminde olduğu gibi odak derinlikleri incelendiğinde sıg bir deprem olduğu görülmüştür. Bu deprem Doğu Anadolu Bölgesi,

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, İç Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi'ni kapsayacak şekilde geniş bir alanda, birçok ilde şiddetli olarak hissedilmiştir. KRDAE verilerine göre 14 Şubat 2023 günü 20:30 itibarı ile kayıt altına alınan artçı deprem sayısı 4093'tür. Bunlardan ikisi 6.0 ve 6.6 moment büyüklüklerinde, 34 tanesi ise 5.0 ile 5.7 büyüklükleri arasındadır.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan 72 adet TUSAGA-Aktif GNSS istasyonunun konumları ile Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw=7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw=7.6) depremlerinin odak mekanizma çözümleri (14.02.2023 tarihi USGS, AFAD ve KRDAE verilerine odak mekanizma çözümlerine göre elde edilmiştir).

Mw: 7.7 Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depremi ile Ekinözü Kahramanmaraş depremi, Kahramanmaraş, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Gaziantep, Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya ve Hatay illeri başta olmak üzere bu illerde büyük bir yıkıma neden olmuştur (Şekil 2). 21.02.2023 tarihi itibarı ile can kaybı 42 bin 310, yaralı sayısı 80 bin 278, yıkılan bina

sayısı 20 bin 662 olarak açıklanmıştır (Int. Kyn. 7, Int. Kyn. 8).





Şekil 2. Depremlerin a) Hatay ve b) Gaziantep illerinde meydana getirmiş olduğu yıkım (İnt Kyn. 6).



Şekil 3. Depremlerin (a,c) karayollarında ve (b) demiryollarında meydana getirmiş olduğu sol yanal deformasyon.

Şekil 3 incelendiğinde ise yapılan arazi çalışmalarında depremin neden olduğu deformasyonun sol yönlü doğrultu atımlı baskın olduğu görülmüştür. Bu çalışmada 72 adet TUSAGA-Aktif istasyonuna ait RINEX veriler statik ve kinematik olarak değerlendirilmiş ve her iki depreme ilişkin GNSS gözlemlerine bağlı elde edilen öncül jeodezik sonuçlar sunulmuştur (Şekil 1).

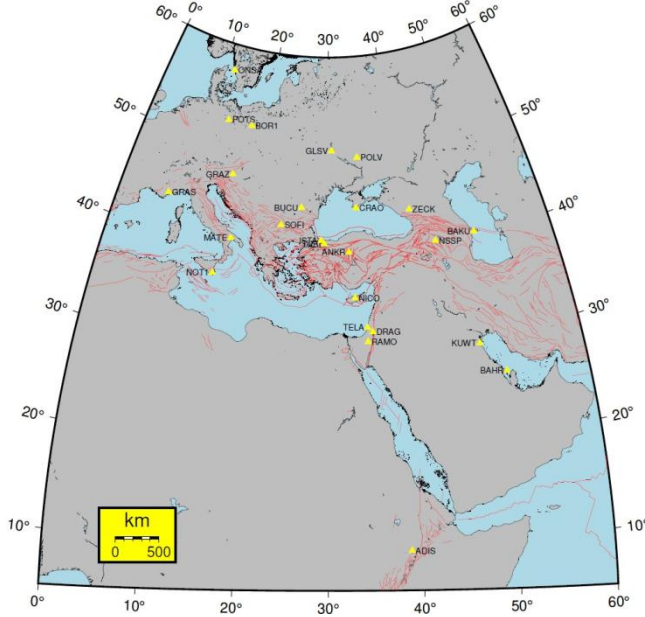
## 2. GNSS Ölçüleri ve Değerlendirilmesi

06.02.2023 tarihinde meydana gelen Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (UTC 01:17:31, Mw:7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (UTC 10:24:49, Mw= 7.6)

depremlerinin yer kabuğunda meydana getirdiği hareketleri incelemek amacıyla TUSAGA-Aktif GNSS ağına ait 72 adet istasyon seçilmiştir. İstasyonların; Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) depreminin merkez üssünden uzaklığı yaklaşık 32 ile 700 km, Ekinözü Kahramanmaraş (Mw:7.6) depreminin merkez üssünden uzaklığı ise yaklaşık 2.5 ile 700 km arasında değişmektedir (Şekil 1). Bu istasyonların 26.01.2023 ile 07.02.2023 tarihleri arasındaki (GPS gününe göre 026-037) 24 saatlik GNSS verileri 30 s aralıklı olarak RINEX formatında Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) internet sitesinden elde edilmiştir. Aynı gün içinde meydana gelen iki farklı depremin istasyonlardaki atım miktarlarını ayrı ayrı hesaplamak için; istasyonların 06.02.2023 tarihine ait 24 saatlik RINEX verileri depremlerin meydana geliş saatlerine göre iki farklı RINEX dosyasına bölünmüştür. Bölünen bu dosyalar incelenerek HAT2, KMAR, KLS1, MAR1 ve ONIY istasyonlarında depremin meydana geldiği dakikalarda veri kaybı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle söz konusu istasyonlara ait veriler değerlendirmeye alınmamıştır. Verilerin statik değerlendirmeleri akademik bir yazılım olan GAMIT/GLOBK yazılım takımında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca TKGM internet sitesi üzerinden yayınlanan TUSAGA-Aktif istasyonlarına ait 1 saniyelik (1-Hz) deprem RINEX verileri de her iki deprem için elde edilmiştir. Elde edilen 1 sn verilerin, depremlerin meydana geldiği anı kapsayan 1 saatlik oturumları (Sofalaca UTC 01:17:31-02:17:31, Ekinözü UTC (10:24:49- 11:24:49) Web tabanlı, çevrimiçi veri değerlendirme servisi CSRS-PPP ve açık kaynak kodlu PRIDE PPP-AR yazılımı ile kinematik PPP yöntemiyle değerlendirilmiştir. GNSS istasyonlarında deprem sırasında meydana gelen anlık koordinat değişimleri ve hızları incelenmiştir.

Verilerin GAMIT/GLOBK ile değerlendirilmesi aşamasında stabilizasyon için International GNSS Service (IGS) küresel ağına ait ve düzenli zaman serisine sahip 25 IGS istasyonu seçilmiştir. Uydu yörünge bilgisi ise Scripps Orbit ve Permanent Array Center (SOPAC) veri tabanından hızlı yörünge bilgisi (IGS-R) olarak elde edilmiştir. Şekil 4'de GAMIT/GLOBK çözümlerinde sabit nokta olarak

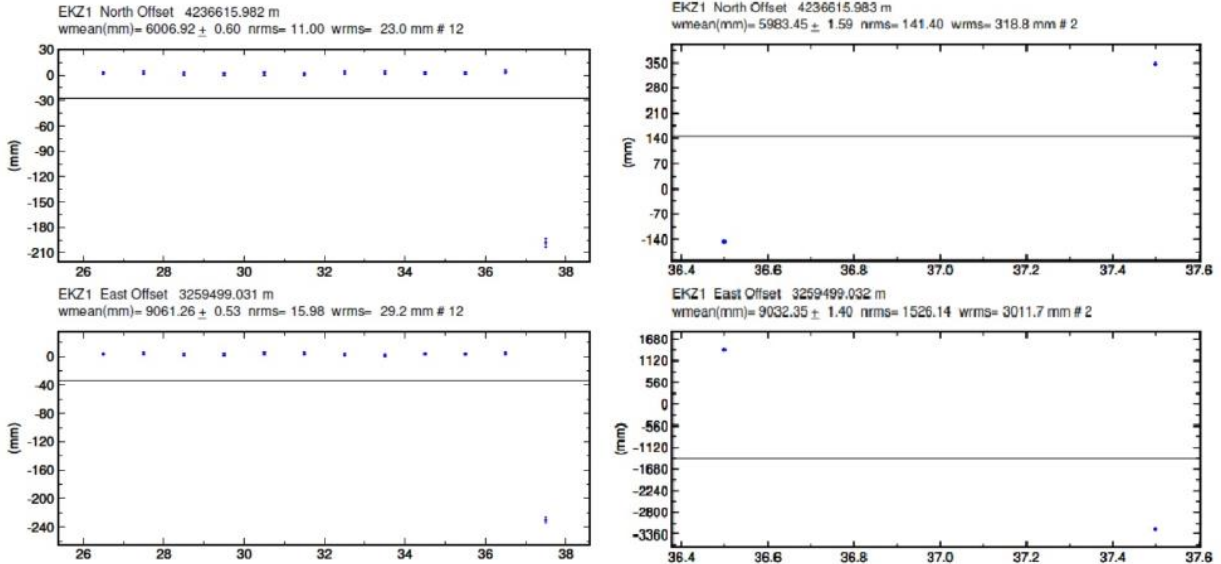
değerlendirmeye dâhil edilen IGS istasyonları verilmiştir.



Şekil 4. GAMIT/GLOBK çözümlerinde sabit olarak kullanılan IGS istasyonları.

GAMIT/GLOBK değerlendirmeleri sonucunda her bir istasyonun deprem öncesi (presismik) ve deprem sonrasına (kosismik) ait Avrasya Sabit Uluslararası Karasal Referans Çerçevesi (ITRF14\_EURA) koordinatları elde edilmiştir. İki depremin etkisini

belirmek için deprem gününe ait tüm istasyonların RINEX verileri depremlerin oluş saatine göre bölünmüştür. Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depreminin etkisini belirlemek için deprem gününe ait RINEX verisi UTC 00:01:30-10:19:00 aralığında alınarak değerlendirilmiştir. Ekinözü Kahramanmaraş depreminin etkisini görebilmek içinse deprem gününe ait RINEX verisi UTC 10:35:00-23:59:59 alınarak değerlendirilmiştir. Sofalaca ve Ekinözü depremlerinin neden olduğu atım miktarları hesaplanırken; RINEX verilerinin belirlenen zaman dilimlerinde bölünerek değerlendirilmesinin nedeni iki depremin neden olduğu atım miktarını birbirinden bağımsız şekilde hesaplamak amacıyla. Bir başka ifadeyle, bu çalışmada ikinci depremde hesaplanan atım miktarları birinci depremden sonra meydana gelen atım miktarlarıdır. Tüm istasyonlara ait elde edilen dengelenmiş koordinatların farkları alınarak her iki depremin neden olduğu atım miktarları hesaplanmıştır. Ayrıca her bir istasyonun iki depreme göre ayrı ayrı üç koordinat bileşeni için zaman serileri elde edilmiştir. Şekil 5'de 06.02.2023 tarihinde meydana gelen iki depremin etkilerini belirlemek üzere değerlendirme sonucu elde edilen EKZ1 istasyonuna ait zaman serileri verilmiştir.



Şekil 5: EKZ1 istasyonunun Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw: 7.6) depremleri için ayrı ayrı değerlendirilmesi sonucu elde edilen zaman serileri.

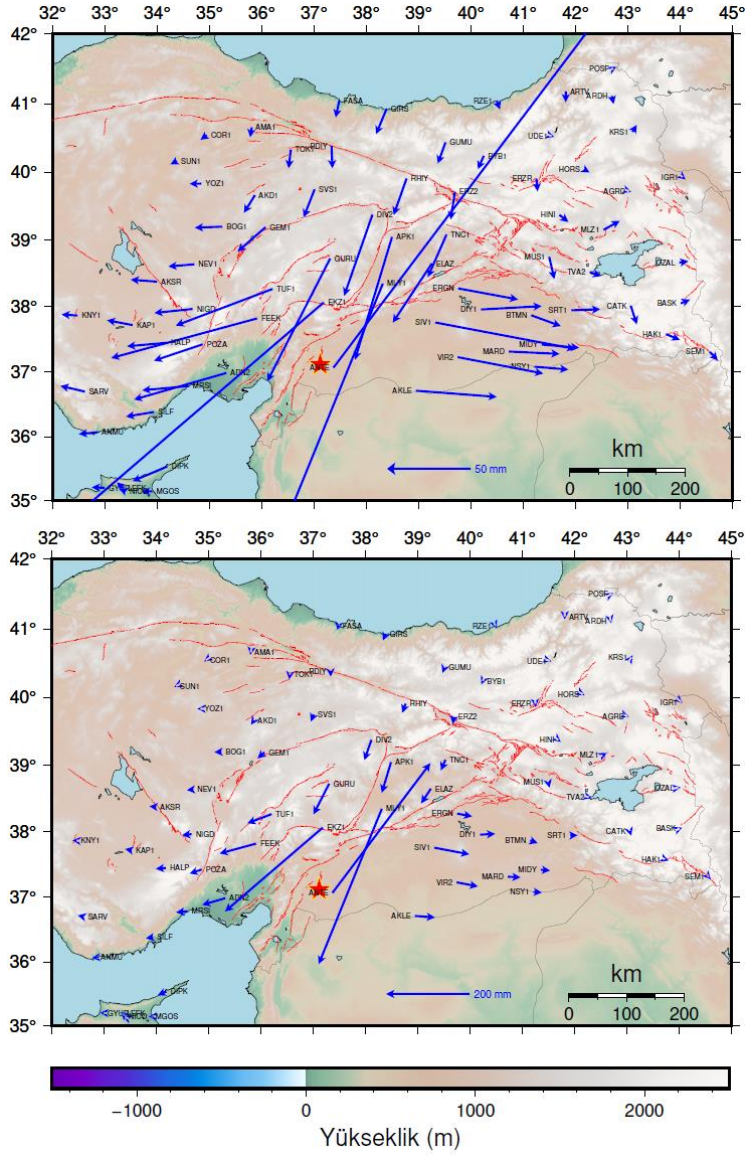
Şekil 5 incelendiğinde Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) depreminin EKZ1 istasyonunun kuzey ve doğu bileşeninde sırasıyla 20,0, 23,3 cm

atıma neden olduğu görülmektedir. Aynı istasyonda Ekinözü Kahramanmaraş (Mw= 7.6) depreminin neden olduğu atım miktarı ise kuzey bileşende 69,3



cm, doğu bileşende 440.4 cm elde edilmiştir. Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) deprem merkez üssüne yaklaşık 20-580 km uzaklıkta konumlanan istasyonlarda neden olduğu atım miktarları Şekil 6'da

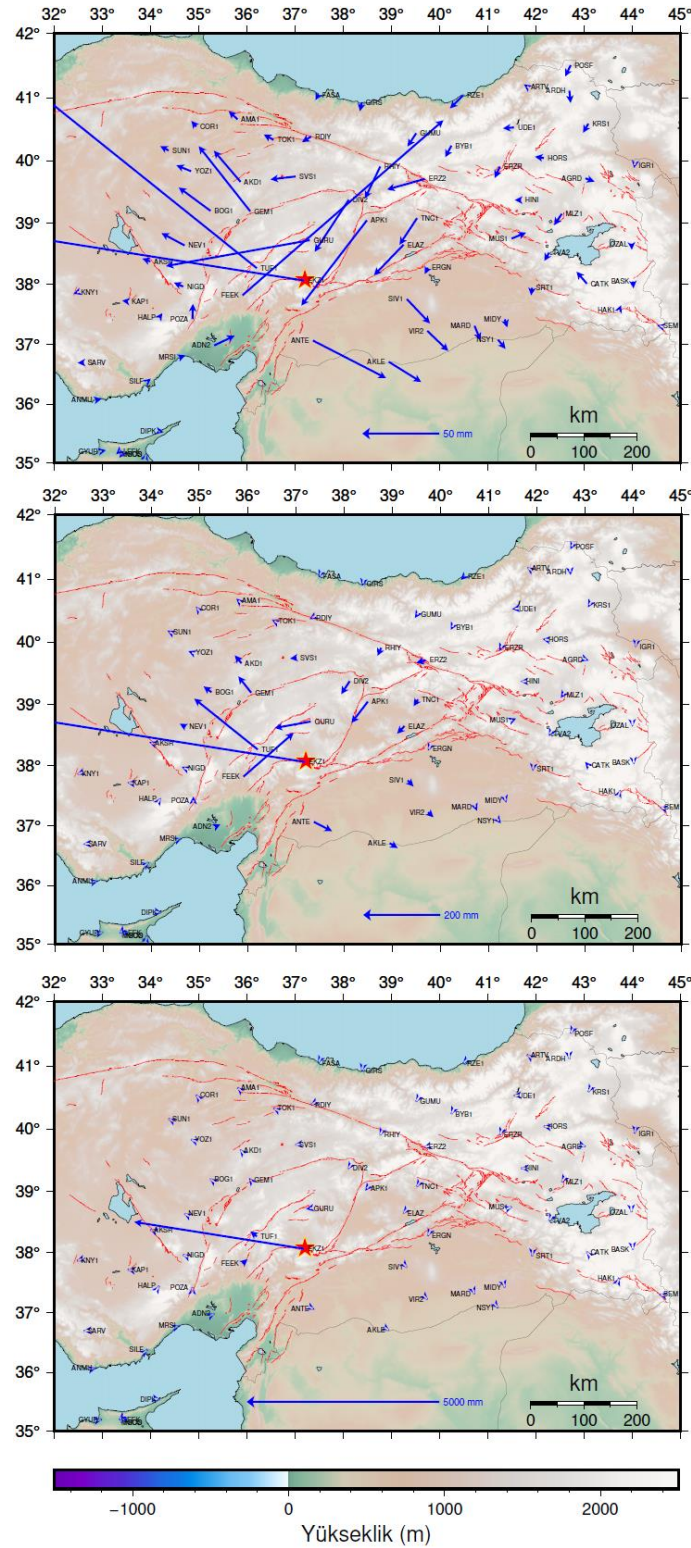
üstteki haritada verilmiştir. Atım miktarları 100 cm'den fazla olan istasyonlar ise ölçeklendirilerek Şekil 6'da alttaki haritada verilmiştir.



Şekil 6. Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw:7.7) depreminin neden olduğu atım miktarları

Ekinözü Kahramanmaraş (Mw: 7.6) depreminin deprem merkez üssüne yaklaşık 2-650 km uzaklıkta konumlanan istasyonlarda neden olduğu atım miktarları Şekil 7'da üstte yer alan haritada

verilmiştir. Atım miktarları 100 cm'den fazla olan istasyonlar ise ölçeklendirilerek Şekil 7'de alttaki harita verilmiştir.



Şekil 7. Ekinözü Kahramanmaraş (Mw: 7.6) depreminin neden olduğu atım miktarları

Kosmik yer değiştirmelerin yanı sıra, deprem anında GNSS istasyonlarında meydana gelen yer değiştirmeler ve hızları incelemek için CSRS-PPP ve PRIDE PP-AR yazılımları kullanılarak kinematik PPP çözümleri elde edilmiştir. Kinematik çözümlerin her iki yazılımda yapılmasının temel gerekçesi elde edilen deprem anı yer değiştirmelerin ve hızların

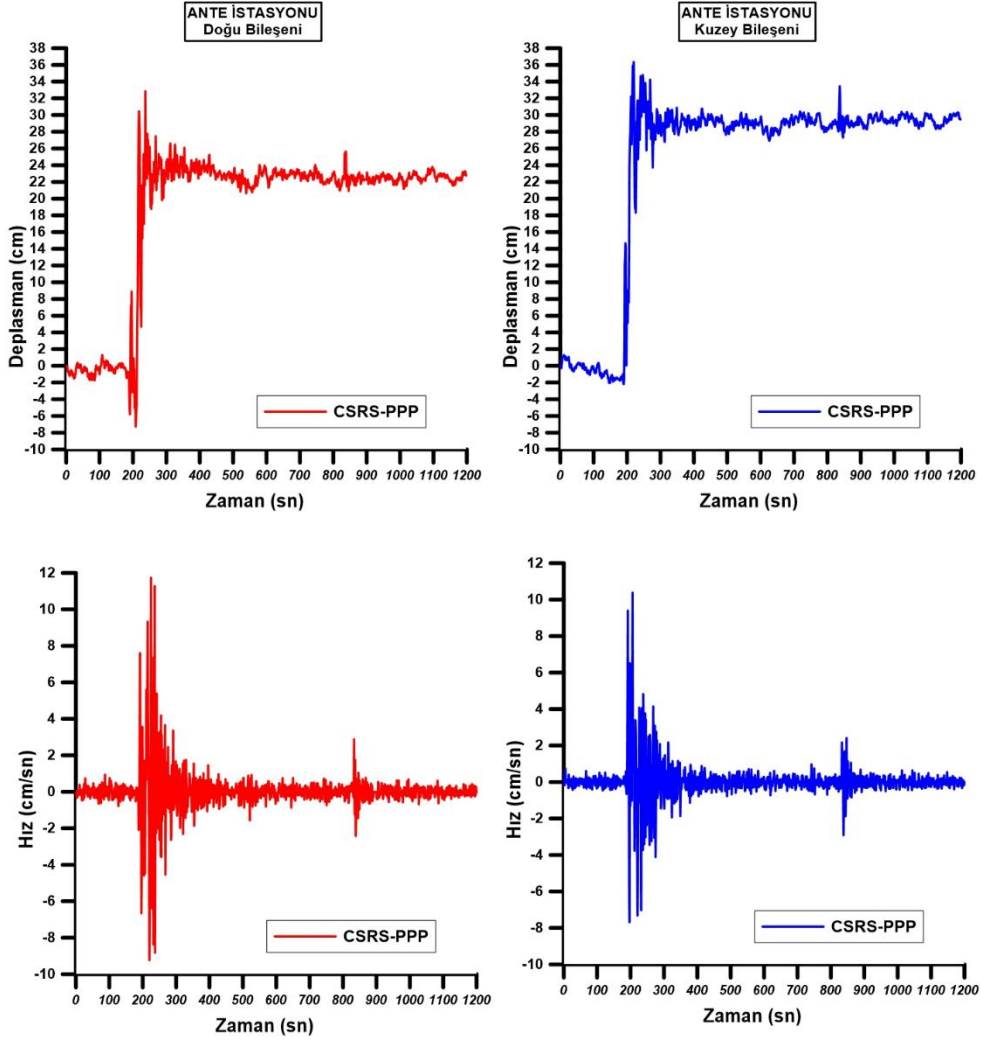
birbirini doğrulamasıdır. CSRS-PPP yazılımı ile çözümlerde Natural Resources Canada (NRCAN)'nın ürettiği hızlı (Rapid) uydu yörünge ve saat bilgileri kullanılmıştır. PRIDE PPP-AR yazılımı ile gerçekleştirilen PPP-AR değerlendirilmelerinde ise Wuhan Üniversitesi tarafından hesaplanan ve yayınlanan multi-GNSS uydu yörünge, saat ve faz



kayıklığı (bias) ürünleri kullanılmıştır. CSRS-PPP ve PRIDE PPP-AR ile depremlerin meydana geldiği anı içeren 1 saatlik oturumların kinematik değerlendirmeleri sonucunda istasyonların her bir epoktaki (1 sn) koordinatları elde edilmiştir. Değerlendirmeye alınan tüm istasyonların elde edilen koordinatları incelenerek; Sofalaca depremi için meydana geldiği UTC zaman dilimine göre 01:17:31-01:37:31 aralığı, Ekinözü depremi için ise 10:24:49-10:29:49 aralığı belirlenmiştir. GPS ile UTC saati arasında 18 saniye fark bulunmaktadır. Her iki zaman dilimini eşitlemek için 18 saniyelik artık saniye (leap sec.) hatası giderilmiştir. Belirlenen zaman aralıklarına göre Sofalaca depremi esnasında CYL2, KLS1, MAR1 ve SURF istasyonlarında, Ekinözü depremi esnasında ise EKZ1 ve CYL2 istasyonunda veri kesikliği olduğu belirlenmiştir. Veri kesikliği gözlemlenen bu istasyonların özellikle büyüklüğü Mw:7 üzeri meydana gelen iki depremden sonra olumsuz etkilendiği düşünülmektedir. Verisi kesik olduğu belirlenen istasyonlarda belirlenen epoklar kontrol edilerek istasyonların deprem anını içeren

ve yukarıda belirtilen zaman aralığına ait koordinatlarının birbirleri arasındaki (ardışık epoklar arasındaki) farklar elde edilmiştir. Aynı zamanda her iki deprem anını içerecek şekilde belirlenen zaman dilimlerinde, ilk epoktan tüm epoklar çıkarılarak deplasmanları hesaplanmıştır.

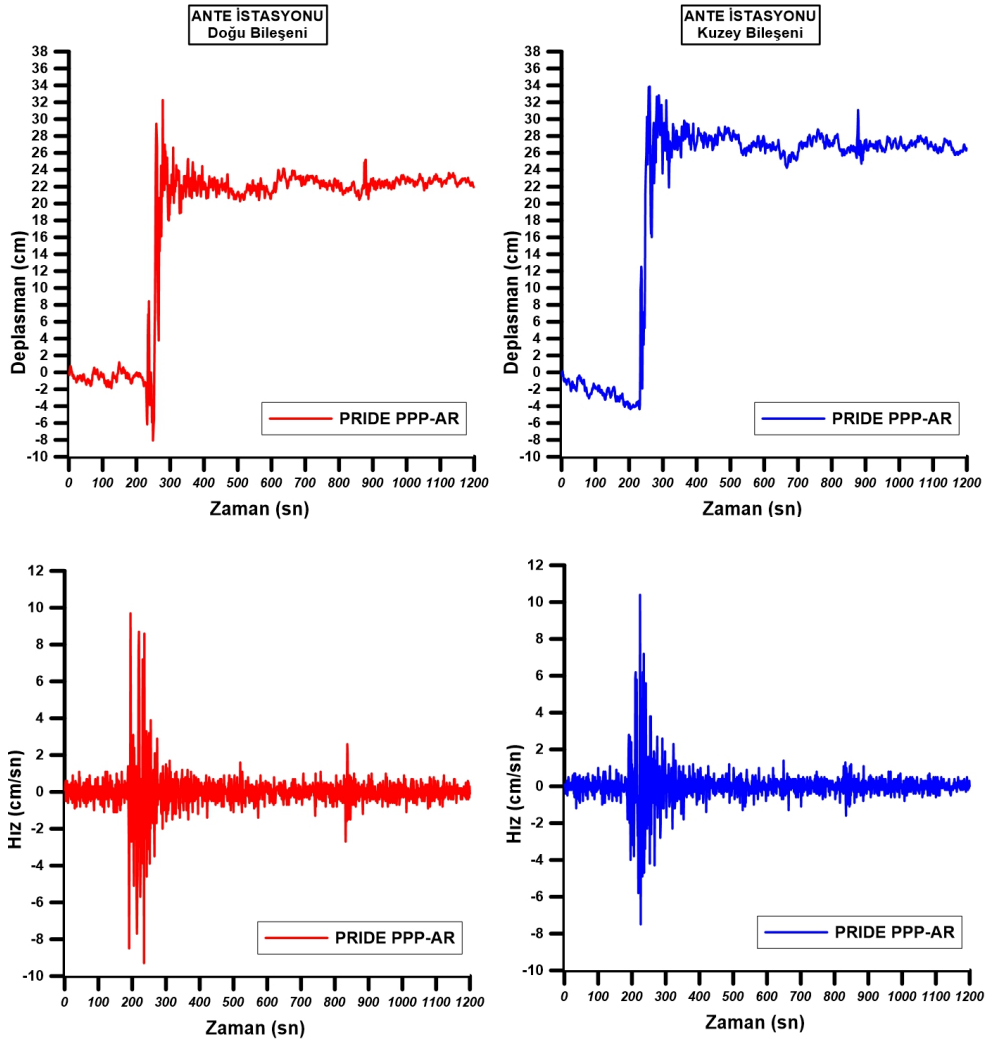
Şekil 8 ve Şekil 9'da ANTE istasyonunun Sofalaca-Şehitkamil depremi için CSRS-PPP ve PRIDE PPP-AR değerlendirmesi sonucuna göre elde edilen kuzey, doğu bileşenlerine ait deplasman ve hızlar (ardışık epok farkları) verilmiştir. ANTE istasyonunda Sofalaca-Şehitkamil depreminde doğu bileşeni için maksimum hız değeri her iki yazılımda da 11.7 cm/sn, kuzey bileşen için ise 10.4 cm/sn civarında elde edilmiştir. ANTE istasyonunda deprem anındaki toplam yer değiştirme aralığı ise her iki yazılımda doğu bileşen için 40 cm civarında olurken; kuzey bileşen için 38 cm civarında bulunmuştur (Şekil 8, Şekil 9). Deplasman sonuçları ayrıca istasyondaki atım miktarını da göstermektedir.



**Şekil 8.** ANTE istasyonunun Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depremi için CSRS-PPP değerlendirmesi sonuçlarına göre elde edilen doğu, kuzey bileşen deplasman ve hız değerleri.

UTC 01:17:31-01:37:31 aralığında, Sofalaca depreminden sonra meydana gelen Mw:6.6 büyüklüğündeki Nurdağı (Gaziantep) artçı

depreminin etkisi kinematik olarak değerlendirilen birçok istasyonun kuzey ve doğu bileşenlerinde görülmüştür (Şekil 8, Şekil 9).

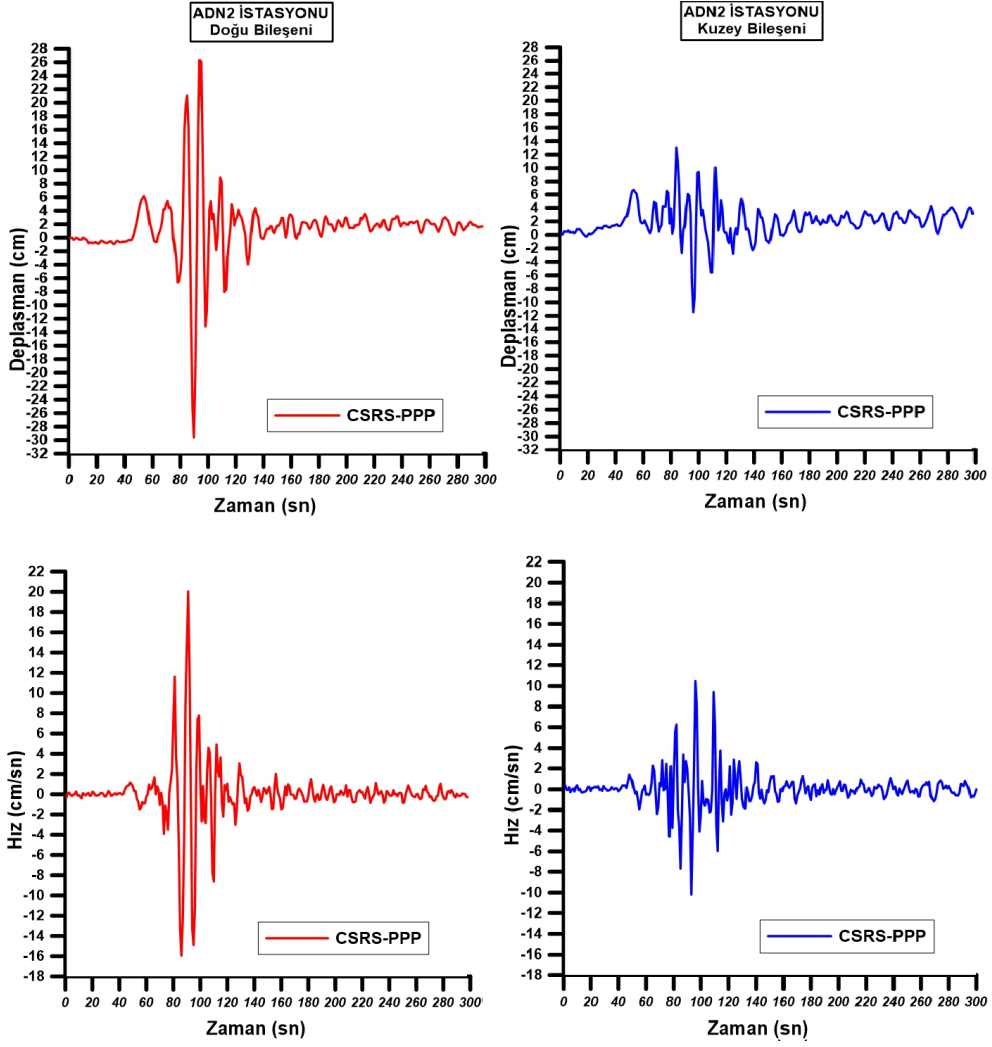


Şekil 9. ANTE istasyonunun Sofalaca-Şehitkamil depremi için PRIDE PPP-AR değerlendirmesi sonuçlarına göre elde edilen doğu, kuzey bileşen deplasman ve hız değerleri.

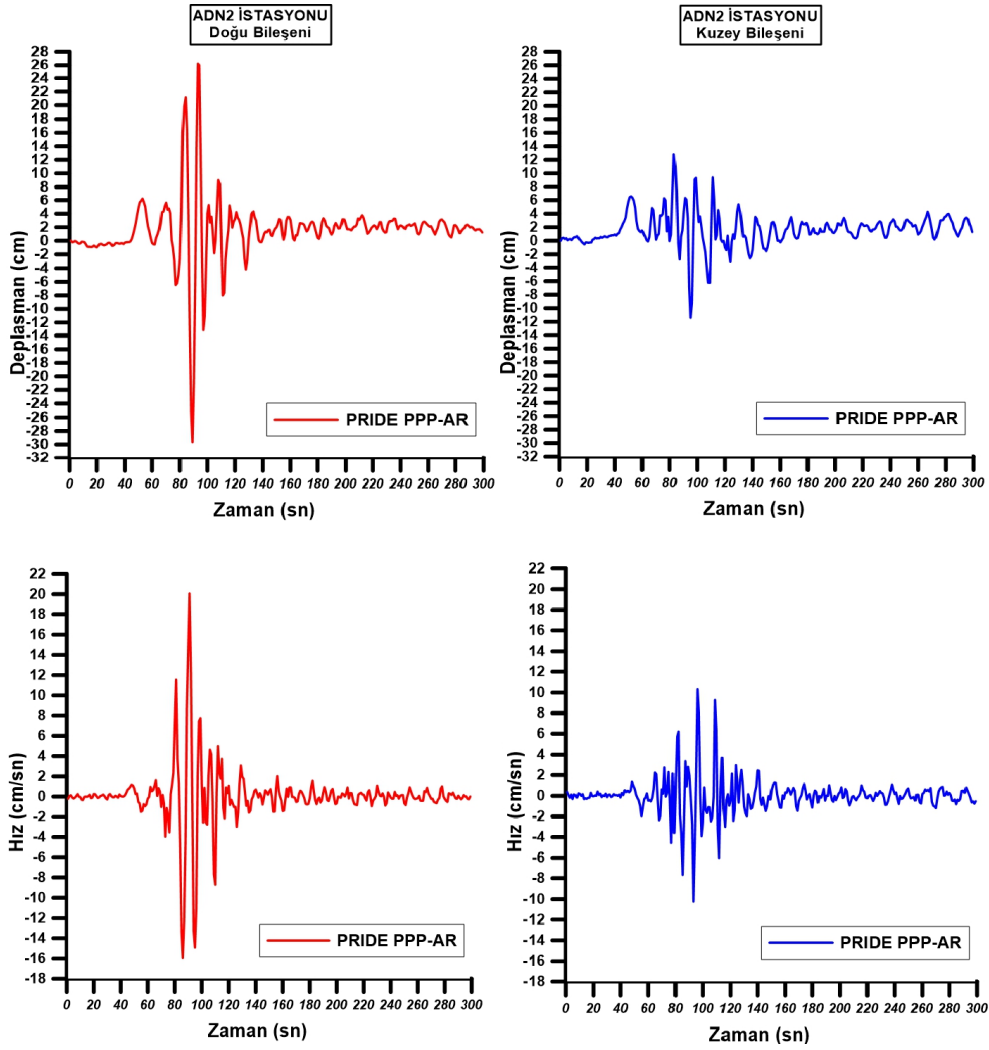
ADN2 istasyonunun Ekinözü Kahramanmaraş depremi için CSRS-PPP ve PRIDE PPP-AR değerlendirmesi sonuçlarına göre elde edilen kuzey ve doğu bileşenlerine ait farklar Şekil 10 ve Şekil 11'de verilmiştir. Bu deprem için elde edilen maksimum hız değerleri her iki yazılımda doğu

bileşeni için 20.5 cm/sn, kuzey bileşen için 16.3 cm/sn civarındadır. ADN2 istasyonunda deprem anındaki toplam yer değiştirme aralığı ise her iki yazılımda doğu bileşen için 56 cm civarında olurken; kuzey bileşen için 25 cm civarında elde edilmiştir (Şekil 10, Şekil 11).





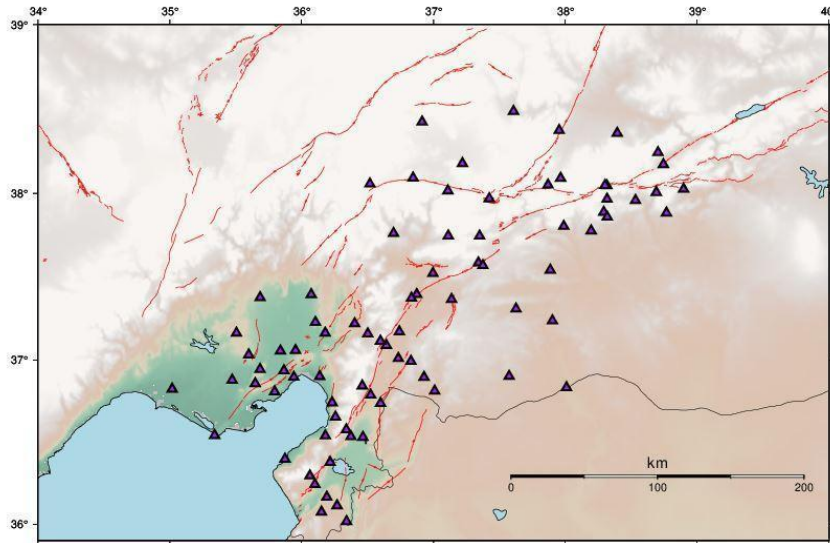
Şekil 10. ADN2 istasyonunun Ekinözü Kahramanmaraş (Mw:7.6) depremi için CSRS-PPP değerlendirmesi sonuçlarına göre elde edilen doğu, kuzey bileşen deplasman ve hız değerleri.



Şekil 11. ADN2 istasyonunun Ekinözü Kahramanmaraş (Mw:7.6) depremi için PRIDE PPP-AR değerlendirmesi sonuçlarına göre elde edilen doğu, kuzey bileşen deplasman ve hız değerleri.

Statik ve kinematik olarak değerlendirilen TUSAGA-Aktif verileri yardımıyla elde edilen sonuçlar incelenmiş ve meydana gelen yeni atımların tespit

edilebilmesi için bir jeodezik ağ kurulmuştur (Şekil 12). Kurulan yeni ağda arazi çalışmalarına başlanmıştır (Şekil 13).



Şekil 12. Arazi çalışmaları için kurulan yeni ağa ait noktalar ve yaklaşık konumları.



Şekil 13. TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı çağrısı kapsamında ölçümü gerçekleştirilen noktalara ait görüntüler.

### 3. Sonuç

Bu çalışmada 06.02.2023 tarihinde meydana gelen Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep (Mw=7.7) ve Ekinözü Kahramanmaraş (Mw= 7.6) depremleri sonrası öncül jeodezik sonuçlara, Şekil 1’de verilen GNSS ağında yer alan 72 adet TUSAGA-Aktif istasyon verisinin değerlendirilmesi ile ulaşılmıştır. GAMIT/GLOBK yazılım takımında yapılan statik değerlendirmeler ile istasyonlarda meydana gelen atım miktarları hesaplanmıştır. GAMIT/GLOBK yazılımı ile gerçekleştirilen statik değerlendirmeler sonucunda elde edilen zaman serileri incelendiğinde en fazla atım EKZ1 istasyonunda görülmüştür. Bu istasyonda atım Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depreminde kuzey bileşende yaklaşık 20 cm iken, doğu bileşende yaklaşık 23.3 cm olarak elde edilmiştir. Ekinözü Kahramanmaraş depreminde ise atım kuzey bileşende yaklaşık 69.6 cm olurken; doğu bileşende ise 440.44 cm olarak hesaplanmıştır. Değerlendirilen tüm istasyonların statik çözümleri incelendiğinde, en fazla hesaplanan atım miktarı; Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep depreminde ANTE istasyonunun doğu bileşeninde 23.4 cm, kuzey bileşeninde ise 30.9 cm olarak hesaplanmıştır. Ekinözü depreminde en fazla hesaplanan atım miktarı ise EKZ1 istasyonunun doğu bileşeninde 440.4 cm, kuzey bileşeninde ise 69.6 cm olarak tespit edilmiştir. Sofalaca-Şehitkamil depreminin statik değerlendirmelerinde tüm istasyonlarda doğu bileşende 1.1-23.4 cm, kuzey bileşende 1.1-30.9 cm

aralığında değiştiği görülmüştür. Ekinözü depreminde ise doğu bileşende 1.2-440.4cm, kuzey bileşende 1.4-69.6 cm aralığında değiştiği elde edilmiştir.

CSRS-PPP ve PRIDE PPP-AR yazılımları ile gerçekleştirilen kinematik değerlendirmeler ile her bir saniyede deprem anındaki koordinat ve hız değişimleri elde edilmiştir. Ek olarak ana şoklar sonrası gerçekleşen Mw>6 olan artçı depremlerin etkileri de incelenmiştir. Sofalaca-Şehitkamil depremi sonrası yerel saat ile 04:28’de meydana gelen Mw:6.6 artçı depremin etkisi ise hem CSRS-PPP ve hem de PRIDE PPP-AR değerlendirmelerinde görülmektedir (Şekil 8, Şekil 9). Sofalaca-Şehitkamil deprem anını içeren 1200 epok ve Ekinözü deprem anını içeren 300 epokta yapılan değerlendirmeler sonucunda tüm istasyonların bu zaman dilimlerine bağlı doğu ve kuzey bileşenlerinde deprem anı yer değiştirmeler ve hızlar elde edilmiştir. Kinematik değerlendirmeler sonucunda tüm istasyonlara ait elde edilen yer değiştirme ve hız değerlerinin her iki bileşende de PRIDE PPP-AR ve CSRS-PPP yazılımlarının birbirini teyit ederek uyumlu olduğu görülmüştür.

Kinematik değerlendirme sonuçlarında tüm istasyonlarda Sofalaca-Şehitkamil Gaziantep



depreminde doğu bileşende hız (epoklar arası değişim) en fazla MLY1 istasyonunda yaklaşık 12.5 cm/sn iken; kuzey bileşende ise ONIY istasyonunda yaklaşık 37.7 cm/sn olarak hesaplanmıştır. Ekinözü Kahramanmaraş depreminde doğu bileşende hız (epoklar arası değişim) en fazla ADN2 istasyonunda yaklaşık 20.5 cm/sn iken; kuzey bileşende ise TUF1 istasyonunda yaklaşık 20.1 cm/sn olarak belirlenmiştir. Değerlendirilen tüm istasyonların kinematik çözümleri her iki yazılımda incelendiğinde hesaplanan hız (epoklar arası değişim) doğu bileşende Sofalaca depremi için 3.3-12.5 cm/sn, kuzey bileşende ise 3.8-37.7 cm/sn olarak elde edilmiştir. Ekinözü depremi için doğu bileşende 3.7-20.5 cm/sn, kuzey bileşende ise 4.1-20.1 cm/sn olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen öncül sonuçlar ile jeodezik ters çözümler yapılarak fay modellemesi mümkün olmadığından bölgede yeni atımların tespit edilmesi için TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı çağrısı kapsamında proje başvurusu yapılmıştır. 09.02.2023 tarihinde kabul edilen "6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Depremlerinin Kosmik Deformasyon Etkilerinin Araştırılması" proje kapsamında bu çalışmada yer alan TUSAGA-Aktif verilerinin öncül statik ve kinematik değerlendirme sonuçları doğrultusunda başlatılan arazi çalışmalarında kosmik etkinin belirlenmesi için yeni bir GNSS ağı kurulmuştur. Depremler ulaşım ağlarında büyük bir tahribata yol açmıştır. Proje kapsamında kurulan ağda ölçü yapılacak noktaların seçiminde her bir nokta için güvenli güzergahlar belirlenerek noktaların ulaşılabilirliği ve mevsimsel koşullar dikkate alınarak arazi çalışmaları gerçekleştirilmiş olup veri analiz süreci devam etmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 1002-C Doğal Afetler Odaklı Saha Çalışması Acil Destek Programı çağrısı kapsamında desteklenmektedir. Çalışmada kullanılan TUSAGA-AKTİF verileri için Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü'ne (TKGM) ve Harita Genel Müdürlüğü'ne (HGM) teşekkür ederiz.

#### 5. Kaynaklar

- Aktug, B., Ozener, H., Dogru, A., Sabuncu, A., Turgut, B., Halicioğlu, K., Yılmaz, O., Havazlı, E., 2016. Slip rates and seismic potential on the East Anatolian Fault System using an improved GPS velocity field. *Journal of Geodynamics*, **94-95**, 1-12
- Aktug, B., Tiryakioğlu, I., Sozibilir, H., Ozener, H., Ozkaymak, Ç., Yiğit, C.O., Solak, H. İ., Eyubagil, E. E., Gelin, B., Tatar O., Softa M., 2021. GPS derived finite source mechanism of the 30 October 2020 Samos earthquake, Mw = 6.9, in the Aegean extensional region. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **30**, 718-737
- Arpat, E., Saroglu, F., 1972. The East Anatolian Fault System: thoughts on its development. *Min. Res. Explor. Inst. Turkey Bull*, **78**, 33-39.
- Barka, A.A., Kadinsky-Cade, K., 1988. Strike-slip fault geometry in Turkey and its influence on earthquake activity. *Tectonophysics*, **7**, 362-373.
- Bezioglu M., Yigit C.O., Karadeniz B., Dindar A.A., El-Mowafy A., Avci, Ö., 2023. Evaluation of real-time variometric approach and real-time precise point positioning in monitoring dynamic displacement based on high-rate (20 Hz) GPS Observations. *GPS Solutions*, **27(1)**, 43.
- Doğan, O., Solak, H. İ., Eyübagil, E. E., Özkaymak, Ç., Tiryakioğlu, İ., 2021. Bozkurt (Denizli) depremi sonrası (Mw=6.0, 08.08.2019) GNSS ölçüleri ile kosmik deformasyonların belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 362-373.
- Duman TY, Çan T, Emre O, Kadirioglu FT, Başarır Basturk N et al. 2018. Seismotectonic database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering* 16 (8): 3277-3316.
- Emre, O., Duman, T.Y., Ozalp, F., Saroglu, F., Olgun, S., 2018. Active fault database of Turkey. *Bull. Earthq. Eng.*, **16(8)**, 3229-3275.
- Ergin K, Guclu U, Uz Z, 1967. A catalogue of arthquakes for Turkey and surrounding area (11AD to 1964AD). İstanbul Technical University, Publications, no. 24, 189.

- Karabacak, V., Altunel, E., Yönlü, Ö., Meghraoui, M., 2007. Karasu Fay Zonu Geç Kuvaterner Aktivitesi, Esen Arpat Doğu Anadolu Fay Zonu Sempozyumu Bildiri özlery, s46-47.
- Mahmoud, Y., Masson, F., Meghraoui, M., Cakir, Z., Alchalbi, A., Yavasoglu, H., Yonlu, O., Daoud, M., Ergintav, S., Inan, S., 2012. Kinematic study at the junction of the East Anatolian fault and the Dead Sea fault from GPS measurements. *Journal of Geodynamics*, **67**, 30–39.
- Meghraoui, M., Cakir, Z., Masson, F., Mahmoud, Y., Ergintav, S., Alchalbi, A., Inan, S., Daoud, M., Yonlu, O., Altunel, E., 2011. Kinematic modelling at the triple junction between the Anatolian, Arabian, African plates (NW Syria and in SE Turkey). *EGU2011*, **13**, 12599.
- Nocquet, J.M., 2012. Present-day kinematics of the Mediterranean: a comprehensive overview of GPS results. *Tectonophysics*, **579(4)**, 220-242.
- Mckenzie, D., 1970. Plate Tectonics of the Mediterranean Region. *Nature*, **226**, 239–243.
- Reilinger, R., McClusky, S., Vernant, P., Lawrence, S., Ergintav, S., Cakmak, R., Ozener, H., Kadirov, F., Guliev, I., Stepanyan, R., 2006. GPS constraints on continental deformation in the Africa–Arabia–Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **111(B5)**.
- Sengor, A.M.C., Gorur, N., Saroglu, F., 1985. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a case study. Strike-Slip Deformation, Basin Formation, and Sedimentation. *SEPM Society for Sedimentary Geology*, **0**
- Tiryakioglu, I., Yavasoglu, H., Ugur, M.A., Ozkaymak, C., Yilmaz, M., Kocaoglu, H., Turgut, B., 2017. Analysis of October 23 (Mw 7.2) and November 9 (Mw 5.6), 2011 Van Earthquakes Using Long-Term GNSS Time Series. *Earth Science Research Journal*, **21(3)**, 147-156.
- Tiryakioglu, I., Yigit, C.O., Yavasoglu, H., Saka, M.H., Alkan, R.M., 2017a. The Determination of interseismic, coseismic and postseismic deformations caused by the Gökçeada-Samothraki earthquake (2014, Mw: 6.9) Based On GNSS Data. *Journal of African Earth Sciences* **133**, 86-94
- Tiryakioglu, I., Yavasoglu, H., Ugur, M.A., Ozkaymak, C., Yilmaz, M., Kocaoglu, H., Turgut, B., 2017b. Analysis of October 23 (Mw 7.2) and November 9 (Mw 5.6), 2011 Van earthquakes using long-term GNSS time series.. *Earth Science Research Journal*, **21(3)**, 147-156.
- Tiryakioglu, I., Aktug, B., Yigit, C.O., Yavasoglu, H. H., Sozibilir, H., Ozkaymak, C., Poyraz, F., Taneli, E., Bulut, F., Dogru, A., Ozener, H., 2017c. Slip distribution and source parameters of the 20 July 2017 Bodrum-Kos earthquake (Mw6.6) from GPS observations. *Geodinamica Acta*, **30(1)**, 1-14.
- Tiryakioglu, I., Yigit, C.O., Ozkaymak, C., Baybura, T., Yilmaz, M., Ugur, M.A., Yalcin.M.A., Poyraz, F., Sozibilir, H., Gulal, E., 2019. Active Surface Deformations Detected By Precise Levelling Surveys In The Afyon-Akşehir Graben Western Anatolia. *GEOFIZIKA*, **36(1)**, 33-52.
- Yavasoglu, H., Tari, E., Tuysuz, O., Cakir, Z., Ergintav, S., 2011. Determining and modeling tectonic movements along the central part of the North Anatolian Fault (Turkey) using geodetic measurements. *Journal of Geodynamics*, **51(5)**, 339-343.
- Yıldız, S. S., Ozkan, A., Yavasoglu, H.H., Masson, F., Tiryakioglu, I., Alkan, M.N., Bilgi, S., 2020. Determination of recent tectonic deformations in the vicinity of Adana–Osmaniye–Hatay–Gaziantep triple junction region by half-space modeling. *Comptes Rendus. Géoscience*, **352(3)**, 225-234.
- Yigit, C.O., El-Mowafy, A. , Dindar, A. A., Bezcioglu, M., Tiryakioglu, İ., 2021. Investigating Performance of High-Rate GNSS-PPP and PPP-AR for Structural Health Monitoring – Dynamic Tests on Shaking table. *Journal of Surveying Engineering*, **147(1)**, 360-383.
- Yigit C.O., Bezcioglu M., Ilci V., Ozulu I.M., Alkan R.M., Dindar A.A., Karadeniz B., 2022. Assessment of Real-Time PPP with Trimble RTX correction service for real-time dynamic displacement monitoring based on high-rate GNSS observations. *Measurement*, **201**, 111704.

Westaway, R., 1994. Present-day kinematics of the Middle East and eastern Mediterranean. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, **99(B6)**, 12071-12090.

#### **internet kaynakları**

1-<http://www.KRDAE.boun.edu.tr/sismo/2/06-subat-2023-ml7-4-sofalaca-sehitkamil-gaziantep-depremi/>, (10.02.2023)

2-<https://depem.afad.gov.tr/event-catalog>, (10.02.2023)

3-<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>, (10.02.2023)

4-<http://www.KRDAE.boun.edu.tr/sismo/2/06-subat-2023-ml7-5-ekinozu-kahramanmaras-depremi/>, (10.02.2023)

5-<https://www.ntv.com.tr/galeri/turkiye/yuzuilin-felaketi-kahramanmaras-merkezli-depremlerde-can-kaybi-ve-yarali-sayisinda-son-durum,PuIEUTHvEEGnugRgTIFyDA>, (10.02.2023)

6-  
[https://www.google.com/search?q=y%C4%B1k%C4%B1c%C4%B1+mara%C5%9F+depremi&sxsrf=AJOqlzXHVfNNjSPRg1-0SQctWlj-PKpNZQ:1676112066414&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjb28mCpl39AhVURPEDHasEBzoQ\\_AUoAXoECAIQAw&biw=1360&bih=657&dpr=1](https://www.google.com/search?q=y%C4%B1k%C4%B1c%C4%B1+mara%C5%9F+depremi&sxsrf=AJOqlzXHVfNNjSPRg1-0SQctWlj-PKpNZQ:1676112066414&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjb28mCpl39AhVURPEDHasEBzoQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1360&bih=657&dpr=1), (11.02.2023)

7-<https://www.afad.gov.tr/kahramanmarasta-meydana-gelen-depremler-hk-34>, (21.02.2023)

8-<https://www.csb.gov.tr/depem-bolgelerinde-830-bin-783-binadaki-3-milyon-273-bin-605-bagimsiz-birimde-hasar-tespit-calismasi-yapildi-bakanlik-faaliyetleri-38439>, (21.02.2023)